

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-116390

(43)Date of publication of application : 27.04.1999

(51)Int.Cl.

C30B 29/06  
C30B 15/14  
H01L 21/208  
H05B 3/14  
H05B 3/20

(21)Application number : 09-290558

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD

(22)Date of filing : 08.10.1997

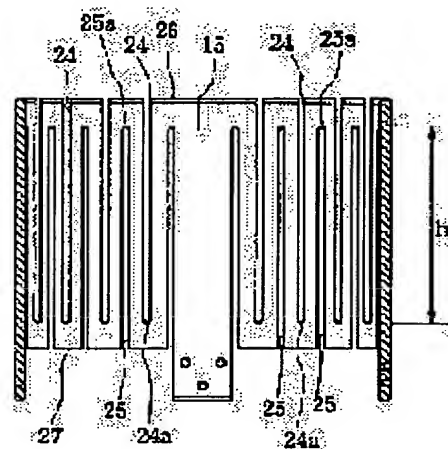
(72)Inventor : SUZUKI OSAMU

(54) FURNACE FOR PULLING SILICON SINGLE CRYSTAL BY CZ METHOD, AND HEATER THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a furnace for pulling a silicon single crystal by a CZ method, capable of precisely preventing striation and maintaining a single crystallization rate at a high value.

SOLUTION: This heater for a furnace for pulling a silicon single crystal by a CZ method having slits 24 cut from a top side 26 of the heater in the bottom side direction, and slits 25 cut from a bottom side 27 in the top side direction is regulated so that when an overlapping length of the slits 24 and 25 is represented by (h) and the inner diameter of the heater is represented by (d), the ratio  $[(h)/(d)]$  of (h) to (d) may satisfy the formula  $0.55 \leq [(h)/(d)] \leq 0.70$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

16.11.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

2004-25341

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

10.12.2004

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-116390

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月27日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
C 3 0 B 29/06	5 0 2	C 3 0 B 29/06
15/14		5 0 2 E
H 0 1 L 21/208		15/14
H 0 5 B 3/14		H 0 1 L 21/208
3/20	3 0 3	P
		H 0 5 B 3/14
		F
		3/20
		3 0 3
		審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-290558

(22) 出願日 平成9年(1997)10月8日

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 鈴木 修

新潟県北蒲原郡聖籠町東港六丁目861番5

号 新潟東芝セラミックス株式会社内

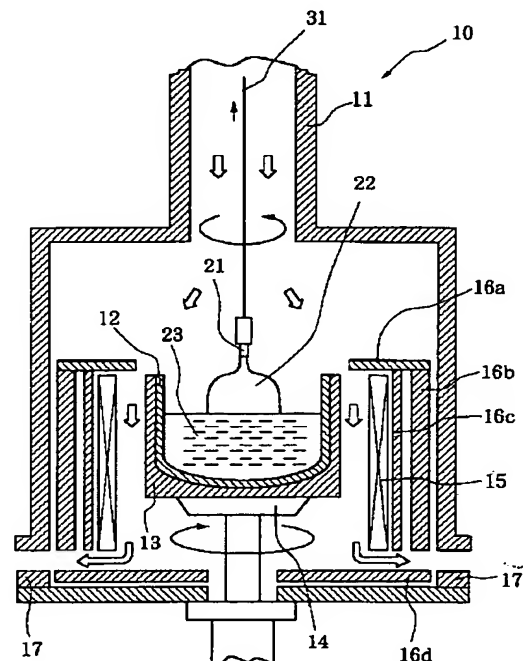
(74) 代理人 弁理士 田辺 徹

(54) 【発明の名称】 C Z 法シリコン単結晶引上炉及びそのヒータ

(57) 【要約】

【課題】 ストリエーションを確実に抑制でき、かつ、単結晶化率を高い値に保てるようにする。

【解決手段】 ヒータの頂辺26から底辺方向に切り込んだスリット24と、ヒータの底辺27から頂辺方向に切り込んだスリット25を備えたC Z 法シリコン単結晶引上炉用ヒータにおいて、前記2種類のスリット24、25のオーバーラップ長さをhとし、ヒータの内径をdとした場合に、hとdの比(h/d)が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となることを特徴とするC Z 法シリコン単結晶引上炉用ヒータ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヒータの頂辺（26）から底辺方向に切り込んだスリット（24）と、ヒータの底辺（27）から頂辺方向に切り込んだスリット（25）を備えたCZ法シリコン単結晶引上炉用ヒータにおいて、前記2種類のスリット（24、25）のオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比（ $h/d$ ）が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となることを特徴とするCZ法シリコン単結晶引上炉用ヒータ。

【請求項2】 ケーシング（11）と、ケーシング（11）内に回転可能に配置されるルツボ（12、13）と、ルツボ（12、13）の外側に配置されるヒータ（15）と、ルツボ（12、13）の上方に配置される単結晶引上機構を備えたCZ法シリコン単結晶引上炉において、ヒータの頂辺（26）から底辺方向にスリット（24）が形成され、ヒータの底辺（27）から頂辺方向にスリット（25）が形成されており、前記2種類のスリット（24、25）のオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比（ $h/d$ ）が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となることを特徴とするCZ法シリコン単結晶引上炉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、CZ法によるシリコン単結晶引上炉及びそのヒータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】CZ法によるシリコン単結晶引上炉では、炭素製ヒータにより加熱を行うのが一般的である。

【0003】炭素製ヒータは全体的に円筒状で、ルツボ側面を取り囲むように配置される。炭素製ヒータは、ヒータの頂辺から底辺方向に切り込んだスリットと、ヒータの底辺から頂辺方向に切り込んだスリットを有している。これらの2種類のスリットは交互に並んで形成される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】CZ法シリコン単結晶引上炉で引上げる単結晶の品質は、シリコン融液表面の温度変動に依存する。融液表面の温度変動が大きい場合には、酸素析出物に起因する積層欠陥のストリーションパターンが発生する。

【0005】それゆえ、シリコン融液の温度制御は非常に重要であり、特に加熱用のヒータの材質や形状に関して、これまで様々な研究が成されてきた。

【0006】本発明者は、前述のタイプのヒータにおいて、2種類のスリットのオーバーラップ長さを $h$ 、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $d$ と $h$ の値がシリコン単結晶の特性値を左右する重要なパラメータとなることに着目し、鋭意研究を重ねて本発明を完成するに至った。

【0007】本発明の目的は、ストリーションを確実に

に抑制でき、かつ、単結晶化率を高い値に保つことができるCZ法シリコン単結晶引上炉及びそのヒータを提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本願第1発明は、ヒータの頂辺（26）から底辺方向に切り込んだスリット（24）と、ヒータの底辺（27）から頂辺方向に切り込んだスリット（25）を備えたCZ法シリコン単結晶引上炉用ヒータにおいて、前記2種類のスリット（24、25）のオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比（ $h/d$ ）が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となることを特徴とするCZ法シリコン単結晶引上炉用ヒータを要旨としている。

【0009】本願第2発明は、ケーシング（11）と、ケーシング（11）内に回転可能に配置されるルツボ（12、13）と、ルツボ（12、13）の外側に配置されるヒータ（15）と、ルツボ（12、13）の上方に配置される単結晶引上機構を備えたCZ法シリコン単結晶引上炉において、ヒータの頂辺（26）から底辺方向にスリット（24）が形成され、ヒータの底辺（27）から頂辺方向にスリット（25）が形成されており、前記2種類のスリット（24、25）のオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比（ $h/d$ ）が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となることを特徴とするCZ法シリコン単結晶引上炉を要旨としている。

## 【0010】

【発明の実施の形態】本発明のヒータは、ヒータの頂辺から底辺方向に切り込んだスリットと、ヒータの底辺から頂辺方向に切り込んだスリットを備えたCZ法シリコン単結晶引上炉用ヒータにおいて、前記2種類のスリットのオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比（ $h/d$ ）が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となっている。

【0011】前記オーバーラップ長さ $h$ とは、ヒータの頂辺から底辺方向に切り込んだスリットの下端部と、ヒータの底辺から頂辺方向に切り込んだスリットの上端部との距離を意味する。

【0012】（ $h/d$ ）の値が0.55未満の場合には、ストリーションパターンの発生は抑えられるが、単結晶化率が低下し、生産性が落ちる。

【0013】（ $h/d$ ）の値が0.70を超えると、シリコン融液表面の温度変動が大きくなり、酸素析出物に起因する積層欠陥のストリーションパターンが発生する。

【0014】本発明のCZ法シリコン単結晶引上炉は、ケーシングと、ケーシング内に回転可能に配置されるルツボと、ルツボの外側に配置されるヒータと、ルツボの上方に配置される単結晶引上機構を備えたCZ法シリコン単結晶引上炉において、ヒータの頂辺から底辺方向に

スリットが形成され、ヒータの底辺から頂辺方向にスリットが形成されており、前記2種類のスリットのオーバーラップ長さを $h$ とし、ヒータの内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比( $h/d$ )が $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となっている。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0016】図1は、本発明によるCZ法シリコン単結晶引上炉を示す断面図である。

【0017】CZ法シリコン単結晶引上炉10はケーシング11を有し、その中心軸上に、原料のシリコンを充填するためのルツボが配置されている。

【0018】ルツボは、石英ルツボ12とこれを収容する炭素ルツボ13から構成される。炭素ルツボ13は、ルツボを回転・上下駆動可能なベDESTAL14によって支持されている。

【0019】ルツボの周囲には、シリコンを加熱溶融するための炭素ヒータ15が配置されている。

【0020】ヒータ15の周囲と上下には、保温部材16a~16cが配置されている。

【0021】ルツボの上方には引上機構が配置されているが、図面ではそのワイヤ31のみが示されている。引上機構のワイヤ先端に種結晶21を保持し、これをシリコン融液23に浸し、回転させながら徐々に引き上げるにより、シリコン単結晶22を成長させる。

【0022】ケーシングの下部には、排気口17が形成されている。炉内に導入されたArガス等の不活性ガスは、排気口17から排気される。図1では、ガスの流れが白抜きの矢印で示してある。

【0023】図2と図3を参照して、本発明のヒータ15について説明する。

【0024】炭素ヒータ15は全体的に円筒状で、頂辺26から底辺方向にはスリット24が切り込んであり、また底辺27から頂辺方向にはスリット25が切り込んである。2種類のスリット24、25は交互に並んで平行に形成されている。

【0025】スリット24とスリット25のオーバーラップ長さ、すなわち、スリット24の下端24aとスリット25の上端25aとの距離を $h$ とし、また、ヒータ15の内径を $d$ とした場合に、 $h$ と $d$ の比( $h/d$ )は、 $0.55 \leq (h/d) \leq 0.70$ となるように設定されている。

【0026】実施例1

図1に示すCZ法シリコン単結晶炉を用いて、ヒータにおける( $h/d$ )の値を0.4、0.5、0.55、0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.9の9水準に設定し、シリコン単結晶を引上げた。

【0027】(1)引上時のシリコン融液の温度変動幅の相対比較

前記の各場合において、引上時の融液表面の温度変動幅を放射温度計にて測定した。

【0028】そして、( $h/d$ )が0.9の場合のデータを1とし、他の場合の温度変動幅の相対比を求めた。その結果を図4に示す。図4によれば、( $h/d$ )の値が小さい程、また、固化率が小さい程、温度変動幅が相対的に小さくなることが明らかになった。

【0029】(2)単結晶化率及びストリエーション同様に、( $h/d$ )が0.9の場合の単結晶化率を1とし、他の場合の単結晶化率の相対比を求めた。その結果を図5に示す。図5によれば、( $h/d$ ) $\leq 0.5$ の領域で単結晶化率が悪化することが明らかになった。

【0030】一方、図6~図9は、ストリエーションの発生状況を示している。各図の(A)~(D)は、一本の結晶の固化率5%~85%の各部位4カ所からウエハをサンプリングし、そのウエハを写真撮影し、ラフスケッチしたものである。なお、予め650℃ $\times$ 3h+780℃ $\times$ 3h+1000℃ $\times$ 16h(in dry O<sub>2</sub>)の3ステップ熱処理を施し、ライトエッチングを行っている(蛍光灯下の目視観察による)。

【0031】図6~図9から分るように、( $h/d$ )が小さくなるにつれて、ストリエーションの発生しない部位が固化率の小さい方向にシフトしてくる。そして、 $h/d \leq 0.7$ の領域では、結晶全体に渡ってストリエーションが観察されなくなる。

【0032】

【発明の効果】本発明のCZ法シリコン単結晶引上炉及びそのヒータによれば、ストリエーションを確実に抑制でき、かつ、単結晶化率を高い値に保つことができる。

【0033】なお、本発明は前述の実施例に限定されない。例えば、本発明は、輻射シールドを有するCZ装置による単結晶の引上げにも有効である。また、本発明のヒータは、幾つかの断片に分割して形成することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のCZ法シリコン単結晶引上炉を示す断面図。

【図2】本発明のヒータを示す上面図。

【図3】本発明のヒータを示す縦方向断面図。

【図4】実施例1におけるシリコン融液表面温度変動幅を示すグラフ。

【図5】実施例1における単結晶化率及びストリエーションを示すグラフ。

【図6】ストリエーションの発生状況を示すラフスケッチ。

【図7】ストリエーションの発生状況を示すラフスケッチ。

【図8】ストリエーションの発生状況を示すラフスケッチ。

【図9】ストリエーションの発生状況を示すラフスケッチ。

チ。

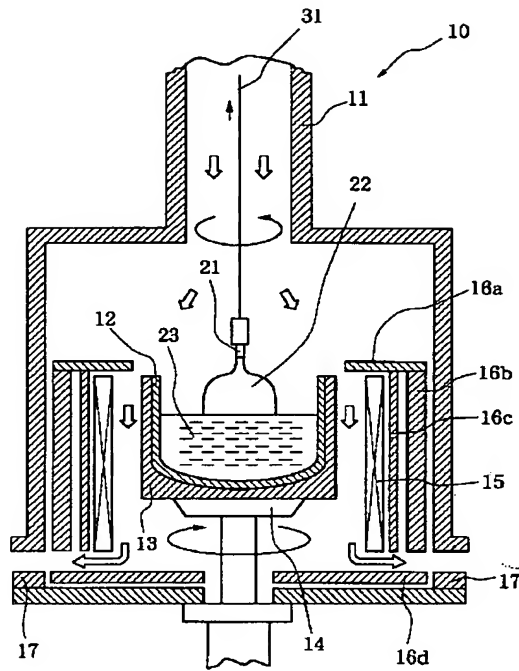
## 【符号の説明】

10 C Z法シリコン単結晶引上炉  
 11 ケーシング  
 12, 13 ルツボ

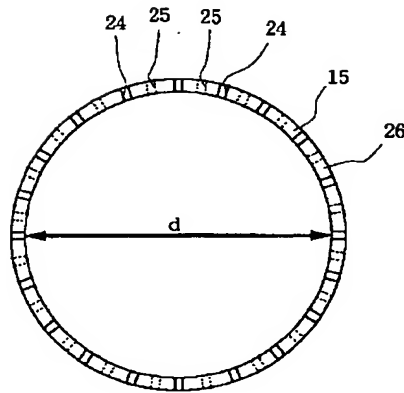
\* 15 ヒータ  
 24, 25 スリット  
 26 ヒータの頂辺  
 27 ヒータの底辺

\*

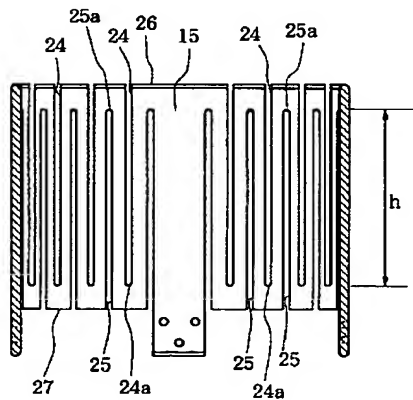
【図1】



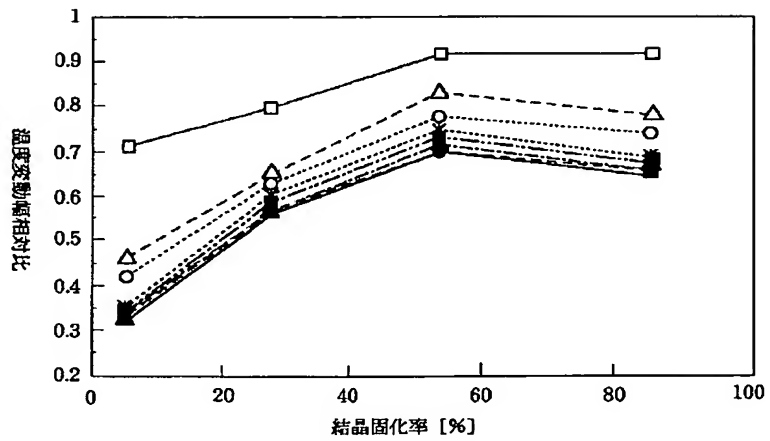
【図2】



【図3】

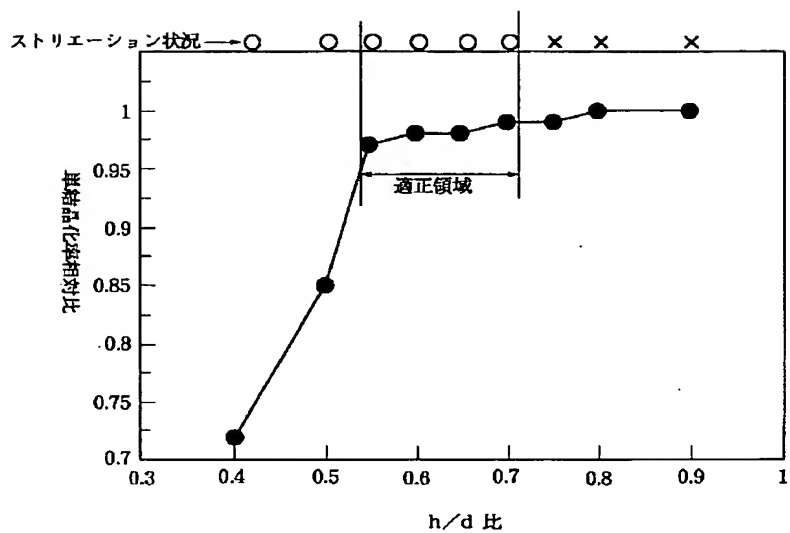


【図4】

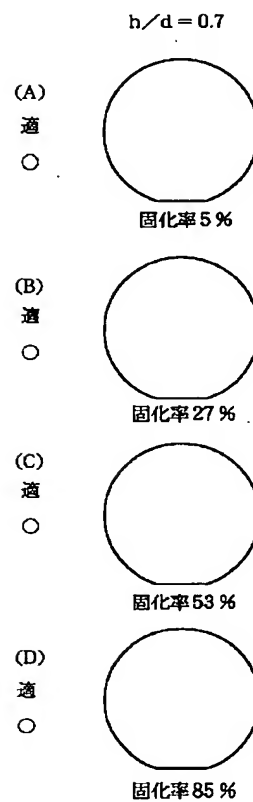


—□—  $h/d = 0.8$     —■—  $h/d = 0.6$   
 -△-  $h/d = 0.75$     -▲-  $h/d = 0.55$   
 -○-  $h/d = 0.7$     -●-  $h/d = 0.5$   
 -✱-  $h/d = 0.65$     ——  $h/d = 0.4$

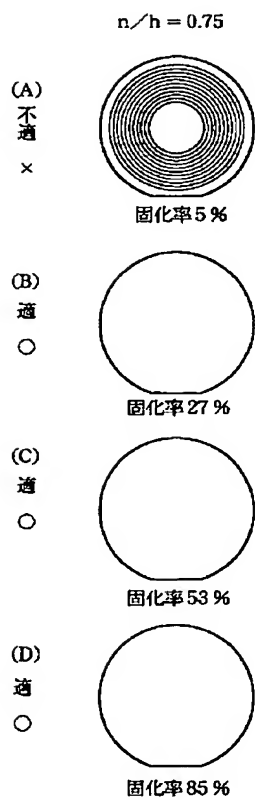
【図5】



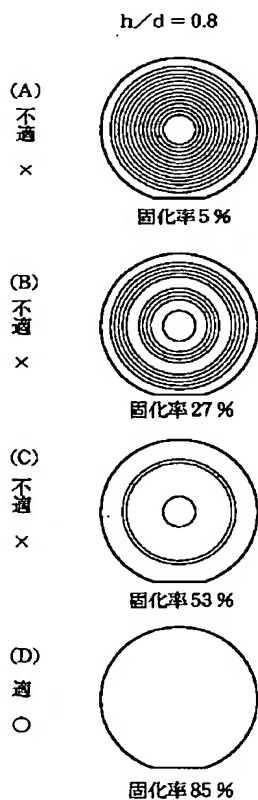
【図6】



【図7】



【図8】



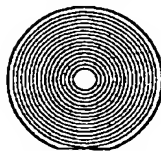
(6)

特開平 1 1 - 1 1 6 3 9 0

【図 9】

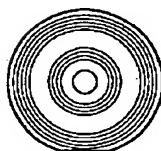
$$h/d = 0.9$$

(A)  
不適  
×



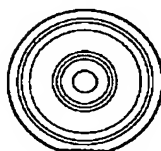
固化率 5 %

(B)  
不適  
×



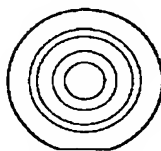
固化率 27 %

(C)  
不適  
×



固化率 53 %

(D)  
不適  
×



固化率 85 %